

08-31-01 0400

PATENT

Atty. Docket No. 678-720 (P9793)



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT(S): Jae-Yoel KIM

SERIAL NO.: 09/933,091

FILED: August 20, 2001

Dated: August 31, 2001

FOR: **CHANNEL CODING/DECODING APPARATUS
AND METHOD FOR A CDMA MOBILE
COMMUNICATION SYSTEM**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

Attached is a certified copy of Korean Appln. No. 48726/2000 filed on
August 18, 2000 and Korean Appln. No. 48372/2000 filed on August 21, 2000 from which
priority is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

Paul J. Farrell
Reg. No. 33,494
Attorney for Applicant(s)

DILWORTH & BARRESE, LLP
333 Earle Ovington Blvd.
Uniondale, NY 11553
(516) 228-8484

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. §1.8(a)

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal
Service as first class mail, postpaid in an envelope, addressed to the: Assistant Commissioner for Patents,
Washington, D.C. 20231 on August 31, 2001.

Dated: August 31, 2001

Paul J. Farrell

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

p 9783-6



대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 48726 호
Application Number PATENT-2000-0048726

출원년월일 : 2000년 08월 18일
Date of Application AUG 18, 2000

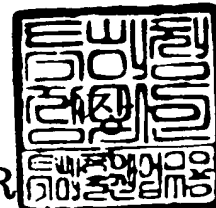
출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2001 년 08 월 21 일

특 허 청

COMMISSIONER



	【서지사항】	
【서류명】	서지사항 보정서	
【수신처】	특허청장	
【제출일자】	2000.09.19	
【출원인】		
【명칭】	삼성전자 주식회사	
【출원인코드】	1-1998-104271-3	
【사건과의 관계】	출원인	
【대리인】		
【성명】	이건주	
【대리인코드】	9-1998-000339-8	
【포괄위임등록번호】	1999-006038-0	
【사건의 표시】		
【출원번호】	10-2000-0048726	
【출원일자】	2000.08.18	
【발명의 명칭】	무선통신시스템의 채널 부호화/복호화 장치 및 방법	
【제출원인】		
【발송번호】	1-5-2000-0033772-66	
【발송일자】	2000.09.15	
【보정할 서류】	특허출원서	
【보정할 사항】		
【보정대상 항목】	수수료	
【보정방법】	납부	
【보정내용】	미납 수수료	
【취지】	특허법시행규칙 제13조의 규정에 의하여 위와 같이 제출합니다. 대리인 이건주 (인)	
【수수료】		
【보정료】	11,000	원
【기타 수수료】	42,000	원
【합계】	53,000	원

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2000.08.18
【국제특허분류】	H04M
【발명의 명칭】	무선통신시스템의 채널 부호화/복호화 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	apparatus and method for channel coding and decoding in wireless communication system
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	1999-006038-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김재열
【성명의 영문표기】	KIM, Jae Yoel
【주민등록번호】	700219-1047637
【우편번호】	435-042
【주소】	경기도 군포시 산본2동 산본9단지 백두아파트 960동 1401호
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 이건주 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	13 면 13,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	0 항 0 원
【합계】	42,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 TFCI 부호발생기 및 이를 구현하기 위한 방법에 관한 것으로, 특히 효과적인 오류 정정 성능을 얻기 위한 최소 거리를 가질 수 있도록 하는 천공위치들을 결정하여 TFCI 비트들을 부호화한 후 부호화된 소정 개수의 심볼들 중 결정된 천공위치들의 심볼들을 천공하여 송신하는 장치를 제안함으로써 오류 정정 성능을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 천공위치를 간단한 규칙성에 의해 결정함으로써 부호화를 위한 구성과 복호화를 위한 구성을 간소화할 수 있다.

【대표도】

도 5

【색인어】

TFCI, TDD, coding, decoding walsh, 천공위치,

【명세서】**【발명의 명칭】**

무선통신시스템의 채널 부호화/복호화 장치 및 방법{apparatus and method for channel coding and decoding in wireless communication system}

【도면의 간단한 설명】

도1은 종래의 협대역 시간분할 듀플렉스 방식을 사용하는 부호분할 다중접속 통신시스템의 프레임 구조를 설명하는 도면.

도2는 종래의 전송 포맷 조합 표시비트를 전송하기 위한 부호분할다중접속 이동통신시스템의 송신기 구조를 보여주고 있는 도면.

도 3은 종래의 부호분할다중접속 이동통신시스템의 수신기의 간략한 구성을 도시하는 도면.

도 4에는 종래 5비트로 표현되는 디폴트(default) TFCI의 오류정정부호화 방식의 일 예를 도시하는 도면.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 최적의 천공위치를 구하기 위한 제어 흐름을 보여주고 있는 도면.

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 송신기에 구비된 부호기의 구조를 보여주고 있는 도면.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 수신기에 구비된 복호기의 구조를 보여주고 있는 도면.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <8> 본 발명은 부호분할다중접속 이동통신시스템의 부호발생기에 관한 것으로, 특히 TFCI 부호발생기 및 이를 구현하기 위한 방법에 관한 것이다.
- <9> 일반적으로 부호분할다중접속을 수행하는 이동통신시스템(이하 'IMT2000 시스템'이라 칭한다)에서는 하나의 물리적 채널 안에 음성서비스, 화상서비스, 데이터서비스 등을 지원하기 위한 여러 가지 서비스 프레임들을 같이 전송한다. 상기 서비스 프레임들은 고정된 데이터 전송율로 전송되거나 가변적인 전송율로 전송된다. 고정된 전송율로 전송되는 서로 다른 서비스들은 각각의 서비스 프레임의 확산 레이트(spreading rate)를 수신측에 일일이 알려줄 필요가 없다. 하지만, 가변적인 전송율로 전송되는 서비스들은 데이터의 전송율이 서비스 중간에 달라질 수 있으므로 각각의 서비스 프레임들의 확산 레이트를 수신측에 알려줘야 한다.
- <10> 한편, 상기 IMT2000 시스템에서는 데이터의 전송속도와 데이터의 확산 레이트가 반비례한다. 상기 각각의 서비스가 사용하는 프레임들의 전송속도가 다른 경우에 현재 전송되고 있는 서비스의 조합을 알려주는 역할 하는 것이 TFCI이다. 상기 TFCI는 각각의 서비스가 올바르게 수신될 수 있도록 한다. NB-TDD(Narrowband TDD)의 경우 상기 TFCI의 사용 예는 도1과 같다. 특히, NB-TDD(Narrowband TDD)에서 고속전송을 위하여 8PSK(Phase shift Keying) modulation을 사용하고, 이 때, 상기 TFCI의 값은 길이 24인 부호로 부호화되어 전송된다.

<11> 도 2는 NB-TDD 방식의 프레임을 전송하는 송신기의 구조를 도시한다. 도 2를 참조하여 송신구조를 설명하면 먼저 TFCI비트가 TFCI부호기 200에 입력되면, 부호화 되어 TFCI 부호화 심볼들을 발생하여 멀티플렉서210에 입력된다. 이때, 도1의 하나의 슬롯 내에 포함된 data심볼, SS심볼 및 TPC심볼로 구성되는 기타신호들이 멀티플렉서210에 입력되어 상기 TFCI부호 심볼들과 도1의 미드앰블 신호를 제외한 구조와 같이 멀티플렉스 되어진 후 출력되면 상기 멀티플렉스 되어진 신호들은 채널확산기 220에 입력되어 직교부호로 채널확산 되어진다. 상기 직교부호로 확산된 신호는 스크램블러230에 입력되어 스크램블링 코드와 스크램블링 되어진 후 멀티플렉서 240에 입력된다. 이때, Midamble도 상기 멀티플렉서 240에 입력되어 상기 스크램블링 되어진 신호와 도1의 구조와 같은 출력을 같도록 멀티플렉스 되어진 후 출력된다. 상기 멀티플렉스 210 및 240을 컨트롤러의 제어를 받아 상기 도1과 같은 프레임 구조를 가지도록 제어를 받으며 상기 컨트롤러는 도면에서 생략하였다.

<12> 도 3은 종래의 NB-TDD방식 수신기의 간략한 구성을 도시하고 있다. 도 3를 참조하여 수신구조를 설명하면 먼저 수신된 신호는 디멀티플렉서 340에 입력되어 디 멀티플렉싱 되어진 후 Midamble을 분리하고, 그 외의 나머지 신호들은 디스크램블러 330에 입력되어 상기 스크램블링 코드로 디스크램블링 되어진다. 그러면, 상기 디스크램블링 되어진 신호들은 다시 채널 역확산기 320에 입력되어 상기 직교부호로 역확산 되어진후 디 멀티플렉서 310에 입력되어 TFCI부호화 심볼과 상기 기타의 신호를 분리하고, 상기 분리되어진 TFCI부호화 심볼들은 TFCI 복호기 300에 입력되어 복호화 되어진 후 TFCI로 출력되어진다.

<13> 상기 TFCI는 전송 정보들의 조합에 따라 1-2비트로 표현되어 2-4가지의 조합을 나타내거나, 3-5비트로 표현되어지는 디폴트 TFCI는 8-32개의 조합을 나타내거나, 6-10비트로 표현되어지는 확장된 TFCI는 64-1024개의 조합을 표현한다. 상기 TFCI는 수신단에서 수신 프레임 전송관련 정보를 해석하기 위해 반드시 필요한 정보이므로, 전송 오류가 발생한다면 수신단에서 각 서비스들의 프레임을 올바르게 수신하지 못하는 경우가 발생한다. 따라서 상기 TFCI는 전송중에 오류가 발생한다할지라도 수신단에서 전송중에 발생하는 오류를 정정할 수 있는 성능이 우수한 오류정정부호를 사용하여 부호화된다.

<14> 도 4에는 5비트로 표현되는 디폴트 TFCI의 오류정정부호화 방식의 예가 도시되어 있다.

<15> 상기 도4에 도시된 바와 같이 1-32 사이의 TFCI는 5비트로 표현되어, (16,5) 상호직교부호(Bi-orthogonal) 부호기 400으로 입력되어, 16심볼의 TFCI 부호심볼로 출력된다. 그러면 상기 16심볼의 출력된 부호심볼들은 반복기410에 입력되고, 반복기 410은 입력된 부호심볼들의 짝수번째 심볼들은 그대로 출력하고 홀수번째 심볼들만을 반복하여 총 24개의 부호심볼들을 출력한다. 도4에서 TFCI는 5비트로 입력한다. 5비트가 안되는 TFCI는 앞부분에 0을 추가하여 5비트 길이로 만들어진다.

<16> 상기 도4의 (16,5) 상호직교부호(Bi-orthogonal) 부호기의 부호간 최단거리는 8이다. 또한, 상기 도4의 반복기를 거치고 나면 (16,5)부호로써 최단거리가 8이 된다. 일반적으로 이진 선형 부호(Binary Linear Codes)의 오류 정정 능력은 이진 선형부호의 각 부호간 최단 거리에 따라 결정된다. 입력정보비트를 부호화하

여 출력하는 부호화 심볼의 수에 EK큰 최적부호(optimal code)가 되기 위한 이진 선형 부호의 입력과 출력값에 따른 부호간의 최단 거리는 [1]에 기술되어 있다.

<17> **참조문헌[1] An Updated Table of Minimum-Distance Bounds for Binary Linear Codes (A.E. Brouwer and Tom Verhoeff, IEEE Transactions on information Theory, VOL 39, NO. 2, MARCH 1993)**

<18> 상기 도 4에서 전송되는 TFCI의 값이 5비트이고, 부호화되는 값이 24비트임을 생각하면 참조문헌 1에서 요구하는 최적부호의 각 부호간의 최단거리는 12이다. 그러나 상기 부호기의 부호간 최단거리는 8이 되므로, 상기 도3의 오류정정방식부호화는 최적부호를 가지지 못한다. 상기 도5의 오류정정방식부호화에서 최적부호를 가지지 못한다면 동일한 채널환경에서 TFCI의 오류확률이 커진다. 따라서, TFCI의 오류가 발생하여 데이터프레임의 전송률을 잘못 판단하고 데이터프레임을 복호화하면 데이터프레임의 오류율을 증가시키게 된다. 따라서, TFCI를 부호화하는 오류정정부호기로서 최적부호를 사용하는 것이 요구된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<19> 따라서, 본 발명의 목적은 TFCI비트를 사용하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 최적부호를 생성할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

<20> 본 발명의 다른 목적은 일차 리드물러 부호를 천공하기 위한 최적의 천공 위치를 결정하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

<21> 본 발명의 또 다른 목적은 오류 정정 성능이 우수한 일차 리드물러 부호를 얻기 위한 최적의 천공 위치를 결정하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<22> 이하 본 발명에 따른 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

<23> 우선, 본 발명은 TFCI비트를 사용하는 CDMA 시스템에서 TFCI를 부호화 하는 방법에 있어서 최적부호를 생성할 수 있는 방법이다. 예컨대, 길이 32인 일차 리드물러(first order Reed Muller)부호에서 출력된 부호심볼 중 8심볼을 천공함으로써 얻어지는 천공된 (24,5) 일차 리드물러부호를 CDMA시스템에 적용하는 하는 것이다.

<24> 전술한 바와 같이 상기 천공된 (24,5) 일차 리드물러부호는 길이 32인 일차 리드물러(punctured first order Reed Muller)부호에서 출력된 32개의 부호심볼 중 8 심볼을 천공한 것이다. 이때, 상기 8 심볼을 천공하는 천공위치가 달라지면 상기 천공된 (24,5) 일차 리드물러부호의 최소거리(dmin: minimum distance)는 달라질 수 있다. 상기 최소거리는 여러 부호어의 해밍거리 값들 중 가장 작은 값을 지칭하는 것이다. 한편, 상기 최소거리가 클수록 선형 오류정정부호(Linear Error Correcting Code)에 있어서 오류 정정 성능이 우수하다.

<25> 즉, 전술한 바와 같이 상기 선형 오류정정부호(Linear Error Correcting Code)의 성능을 나타내는 척도(measure)로서는 오류정정부호의 부호어(codeword)의 해밍 거리(Hamming distance) 분포를 들 수 있다. 이는 각각의 부호어에서 0

이 아닌 심볼의 개수를 의미한다. 즉, '0111'이 어떤 부호어라면 이 부호어에 포함된 1의 개수, 즉, 해밍거리는 3이다. 이러한 해밍거리 값들 중 가장 작은 값에 해당하는 최소거리가 클수록 일차 리드물러부호의 오류 정정 성능이 우수함을 뜻하게 되는 것이다. 이는, 상기 길이 32인 일차 리드물러(punctured first order Reed Muller)부호에서 우수한 오류 정정 성능을 가지는 천공된 (24,5) 일차 리드물러부호를 만들기 위해서는 천공위치를 구하는 것이 중요함을 나타낸다.

<26> 실제로, (24,5)부호는 $(2^5=32,5)$ 일차 리드물러부호에서 $2^3 = 8$ 비트를 천공함으로써 얻어진 (24,5)부호이다. 이를 일반적으로 표현하면 $(2^k,k)$ 일차 리드물러부호에서 2^t 비트를 천공함으로써 얻어진 $(2^k-2^t,k)$ 부호의 특정 예이다(이때, $k=5, t=3$ 인 경우). 상기 $(2^k-2^t,k)$ 부호를 발생하는 부호기는 최소거리 $2^{k-1}-2^{t-1}$ 을 갖는다.

<27> 따라서, 본 발명에서는 $(2^k,k)$ 일차 리드물러부호에서 2^t 비트를 천공함으로써 얻어진 $(2^k - 2^t, k)$ 부호를 생성함에 있어서 상기 부호를 최적화시키는 2^t 개의 천공위치를 구하는 방법을 후술하고자 한다.

<28> 먼저, 상기한 바와 같은 최적의 천공위치를 구하는 방법을 설명하기 전에 본 발명의 배경이 되는 한가지 수학용어를 정의하기로 한다. k 차 벡터 $v=(v_{k-1}, \dots, v_1, v_0)$ 를 원소로 하는 벡터공간 V 에 대해서 선형 독립은 하기 <수학식 1>에서와 같이 정의된다.

<29> v^0, v^1, \dots, v^{t-1} : 선형 독립

【수학식 1】 $\Leftrightarrow c_{t-1}v^{t-1} + \dots + c_1v^1 + c_0v^0 \neq 0, \quad \forall c_0, c_1, \dots, c_{t-1}$

<30> 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 최적의 천공위치를 얻기 위한 제어 흐름을 보여주고 있는 도면이다.

<31> 상기 도 5를 참조하여 최적의 천공위치를 구하는 방법을 살펴보면, 500단계에서 상기 <수학식 1>에 따라 t 개의 선형독립인 k 차 벡터 v^0, v^1, \dots, v^{t-1} 을 선택한다. 상기 T 개의 K 차 벡터 선택이 완료되면 510 단계에서는 상기 선택된 t 개의 k 차 벡터 v^0, v^1, \dots, v^{t-1} 에 대해 가능한 모든 선형 조합은 하기 <수학식 2>에 의해 계산한다.

<32> **【수학식 2】** $c^i = (c_{k-1}^i, \dots, c_1^i, c_0^i)$

<33> 여기서, i 는 선형조합 가지수에 대한 인덱스를 의미하고, k 는 상기 벡터의 차원을 나타내는 것으로 상기 벡터의 좌표의 개수를 의미한다.

<34> 이때, 상기 <수학식 2>에 의해 계산될 수 있는 총 가능한 선형조합의 개수는 2^t 이 된다.

<35> 한편, 520단계에서는 상기 계산된 모든 가능한 2^t 의 선형조합 $c^i = (c_{k-1}^i, \dots, c_1^i, c_0^i)$ 에 대해서, 천공위치 p_i 를 하기 <수학식 3>에 의해 구하게 된다.

<36> **【수학식 3】**
$$p_i = \sum_{j=0}^{k-1} c_j^i 2^t \quad t=1, \dots, 2^t$$

<37> 이하 상기한 과정의 이해를 돕기 위해 $k=5$, $t=3$ 인 경우를 일 예로 하여 (24,5)부호의 천공 위치를 구해보기로 한다.

- <38> 먼저, 510단계에서는 3개의 선형독립인 5차 벡터 v^0, v^1, v^2 로서, $v^0 = (0,0,0,0,1)$, $v^1 = (0,0,0,1,0)$, $v^2 = (0,0,1,0,0)$ 를 선택한다.
- <39> 상기 510 단계에서는 상기 선택된 3개의 5차 벡터 v^0, v^1, v^2 각각에 대해 가능한 모든 선형 조합 c^i 을 상기 <수학식 1>에 의해 계산한다.
- <40> 상기<수학식 1>에 의해 모든 경우를 구해보면,
- <41> $c^1 = (0,0,0,0,0)$,
- <42> $c^2 = v^0 = (0,0,0,0,1)$,
- <43> $c^3 = v^1 = (0,0,0,1,1)$,
- <44> $c^4 = v^1 + v^0 = (0,0,0,1,1)$,
- <45> $c^5 = v^2 = (0,0,1,0,0)$,
- <46> $c^6 = v^2 + v^0 = (0,0,1,0,1)$,
- <47> $c^7 = v^2 + v^1 = (0,0,1,1,0)$,
- <48> $c^8 = v^2 + v^1 + v^0 = (0,0,0,0,1)$
- <49> 이 된다.
- <50> 상기 510단계에서 가능한 모든 선형조합들이 구하여지면, 520단계에서 상기 계산된 모든 가능한 $2^3=8$ 의 선형조합 $c^i = (c^i_{k-1}, \dots, c^i_1, c^i_0)$ 에 대해서, 천공위치 p_i 를 상기 <수학식 2>을 이용하여 구한다.
- <51> 상기 <수학식 3>에 의해 천공위치를 구하여 보면,
- <52> $p_1 = 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 0$,

<53> $p_2=0 \cdot 2^{4+0} \cdot 2^{3+0} \cdot 2^{2+0} \cdot 2^{1+1} \cdot 2^0=1,$

<54> $p_3=0 \cdot 2^{4+0} \cdot 2^{3+0} \cdot 2^{2+1} \cdot 2^{1+0} \cdot 2^0=2,$

<55> $p_4=0 \cdot 2^{4+0} \cdot 2^{3+0} \cdot 2^{2+1} \cdot 2^{1+1} \cdot 2^0=3,$

<56> $p_5=0 \cdot 2^{4+0} \cdot 2^{3+1} \cdot 2^{2+0} \cdot 2^{1+0} \cdot 2^0=4,$

<57> $p_6=0 \cdot 2^{4+0} \cdot 2^{3+1} \cdot 2^{2+0} \cdot 2^{1+1} \cdot 2^0=5,$

<58> $p_7=0 \cdot 2^{4+0} \cdot 2^{3+1} \cdot 2^{2+1} \cdot 2^{1+0} \cdot 2^0=6,$

<59> $p_8=0 \cdot 2^{4+0} \cdot 2^{3+1} \cdot 2^{2+1} \cdot 2^{1+1} \cdot 2^0=7$

<60> 이 된다.

<61> 따라서, 상기 $k=5$, $t=3$ 인 경우에 (32,5) 일차 리드폴러 부호의 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7번째 심볼을 천공하면, (24,5)부호로서 최적의 부호를 나타낸다.

<62> 실제로, 최적의 (24,5)부호를 구하기 위한 (32,5)일차 리드폴러 부호의 최적의 천공위치는 상기의 위치 이외에도 많이 존재한다. 이때, 상기 천공위치 이외의 다른 천공위치는 상기 천공위치를 나타내는 선형조합 c^i 를 이용하여 구할 수 있다. 즉, $k \times k$ 인버터블 행렬(invertible matrix) A에 선형조합 c^i 를 곱한 벡터 c^i 들에 대하여 상기 도 5의 520단계를 수행하면 상기 천공위치 이외의 다른 최적의 천공위치를 구할 수 있다. 상기와 같은 $k \times k$ 인버터블 행렬(invertible matrix)은 $\prod_{j=0}^{k-1} (2^k - 2^j)$ 만큼 존재하고, 전술한 상기 다른 $k \times k$ 인버터블 행렬(invertible matrix)에 따라서 여러 가지 천공 위치를 구할 수 있다. 실제로 상기 $k \times k$ 인버터블 행렬은 역행렬이 존재하는 행렬로 생성하는 방법으로부터 상

기 존재하는 개수를 쉽게 계산할 수 있다. 상기 $k \times k$ 인버터블 행렬을 구하는 방법으로 첫 번째 열에는 0벡터가 아닌 어떤 k 차 열벡터를 선택하여 놓으면 되는데 이와 같은 경우의 수는 $2^k - 2^0$ 만큼 존재하고, 두 번째 열에는 상기 0벡터도 아니고, 첫 번째 열에 사용된 열 벡터가 아닌 열 벡터를 선택하여 놓으면 되는데 이와 같은 경우의 수는 $2^k - 2^1$ 만큼 존재하고, 세 번째 열에는 상기 첫 번째 열과 두 번째 열에 사용된 열벡터의 선형조합으로 나타나는 열 벡터가 아닌 열 벡터를 선택하여 놓으면 되는데 이와 같은 경우의 수는 $2^k - 2^1$ 만큼 존재하고, 이와 같은 방식으로 i 번째 열에는 상기 첫 번째 열부터 $i-1$ 번째 열에 사용된 $i-1$ 개의 열벡터의 선형조합으로 나타나는 열 벡터가 아닌 열 벡터를 선택하여 놓으면 되는데 이와 같은 경우의 수는 $2^k - 2^{i-1}$ 만큼 존재하게 되고, 상기과 같이 열벡터를 선택하여 배치하게 되면, 인버터블 행렬을 쉽게 구할 수 있고, 상기 모든 인버터블 행렬의 개수는 $\prod_{j=0}^{k-1} (2^k - 2^j)$ 개가 된다.

<63> 예를 들어 설명하기 위하여 상기 예에 대해서 아래 <수학식 4>와 같은 5×5 인버터블 행렬(invertible matrix) A를 사용한다.

<64>

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

【수학식 4】

<65> 이 때, $k \times k$ 인버터블 행렬(invertible matrix) A에 선형조합 $c^i T$ 를 곱한 벡터 c'^i 를 구해보면,

<66> $c'^1 = A \cdot c^1 T = (0, 0, 0, 0, 0)^T,$

$$<67> \quad c'^2 = A \cdot c^{2T} = (0, 0, 1, 0, 0)^T,$$

$$<68> \quad c'^3 = A \cdot c^{3T} = (0, 1, 0, 0, 0)^T,$$

$$<69> \quad c'^4 = A \cdot c^{4T} = (0, 1, 1, 0, 0)^T,$$

$$<70> \quad c'^5 = A \cdot c^{5T} = (1, 0, 0, 0, 0)^T,$$

$$<71> \quad c'^6 = A \cdot c^{6T} = (1, 0, 1, 0, 0)^T,$$

$$<72> \quad c'^7 = A \cdot c^{7T} = (1, 1, 0, 0, 0)^T,$$

$$<73> \quad c'^8 = A \cdot c^{8T} = (1, 1, 1, 0, 0)^T$$

<74> 이 된다.

<75> 상기의 과정에서 T는 트랜스포즈(transpose)를 의미하는데, 상기 행으로 표현된 벡터 c^{iT} 를 트랜스포즈(transpose)하여 열의 벡터로 바꾼 후 행렬 A에 곱했다.

<76> 전술한 바에 의해 가능한 모든 선형조합들이 구하여 지면, 520단계에서 상기 계산된 벡터 c'^iT 에 대해서, 천공위치 p_i 를 상기 <수학식 3>을 이용하여 구한다.

<77> 상기 <수학식 3>에 의해 천공위치를 구하여 보면,

$$<78> \quad p_1 = 0 \cdot 2^{4+0} \cdot 2^{3+0} \cdot 2^{2+0} \cdot 2^{1+0} \cdot 2^0 = 0,$$

$$<79> \quad p_2 = 0 \cdot 2^{4+0} \cdot 2^{3+1} \cdot 2^{2+0} \cdot 2^{1+0} \cdot 2^0 = 4,$$

$$<80> \quad p_3 = 0 \cdot 2^{4+1} \cdot 2^{3+0} \cdot 2^{2+0} \cdot 2^{1+0} \cdot 2^0 = 8,$$

$$<81> \quad p_4 = 0 \cdot 2^{4+1} \cdot 2^{3+1} \cdot 2^{2+1} \cdot 2^{1+0} \cdot 2^0 = 12,$$

<82> $p_5 = 1 \cdot 2^{4+0} \cdot 2^{3+0} \cdot 2^{2+0} \cdot 2^{1+0} \cdot 2^0 = 16,$

<83> $p_6 = 1 \cdot 2^{4+0} \cdot 2^{3+1} \cdot 2^{2+0} \cdot 2^{1+0} \cdot 2^0 = 20,$

<84> $p_7 = 1 \cdot 2^{4+1} \cdot 2^{3+0} \cdot 2^{2+0} \cdot 2^{1+0} \cdot 2^0 = 24,$

<85> $p_8 = 1 \cdot 2^{4+1} \cdot 2^{3+1} \cdot 2^{2+0} \cdot 2^{1+0} \cdot 2^0 = 28$

<86> 이 된다.

<87> 따라서, 상기 $k=5$, $t=3$ 인 경우에 (32,5) 일차 리드물러 부호의 또 다른 최적의 천공위치로 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28번째 심볼을 천공하면, (24,5)부호로서 최적의 부호를 나타낸다.

<88> 다음으로, 하기에 나타날 실시 예에서는 상기에서 제공된 $(2^k - 2^t, k)$ 부호를 사용하는 예로써 특히 상기 구해본 두 가지 천공위치를 사용한 (24,5)부호를 사용하는 예를 나타낸다.

<89> 발명의 실시 예에서는 전술한 생성방법에 따른 송신기의 부호화 장치 및 방법을 제공한다. 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 부호분할다중접속 이동통신시스템의 송신기에 구비된 부호기의 구성을 보여주고 있는 도면이다.

<90> 상기 도 6을 참조하면, 5비트의 입력 정보비트들은 (32,5) 일차 리드물러 부호기 600의 입력으로 인가된다. 상기 5비트의 입력 정보비트들을 입력받은 상기 일차 리드물러 부호기 600은 상기 입력 정보비트들을 부호화 하여 32개의 부호화 심볼들(부호 심볼열)로 출력한다. 이때, 상기 부호화 과정은 상기 5비트의 입력 정보비트들에 대응되는 32개의 부호 심볼열들을 출력하는 방법을 사용할 수도 있다.

<91> 상기 일차 리드물러 부호기 600으로부터 출력되는 32개의 부호화 심볼들은 천공기 610의 입력으로 인가된다. 상기 32개의 부호화 심볼들을 입력받은 상기 천공기 610은 상기 입력받은 상기 32개의 부호화 심볼들 중 전술한 본 발명에서 제안하고 있는 방법에 의해 구하여진 천공위치의 심볼들을 천공하여 출력한다. 예컨대, 앞에서 살펴본 바에 의해 최적의 천공위치가 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7번째 심볼들로 결정되면 상기 천공기 610은 상기 32개의 부호화 심볼들 중 상기 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7번째 심볼들을 천공하고, 상기 천공위치를 벗어난 24개의 나머지 부호심볼들을 출력한다.

<92> 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 부호분할다중접속 이동통신시스템의 수신기에 구비되는 복호기의 구성을 보여주고 있는 도면이다.

<93> 상기 도 7을 참조하여 복호기의 동작을 살펴보면, 송신기로부터 수신한 24개의 부호화 수신심볼들은 0 삽입기 710의 입력으로 제공된다. 상기 24개의 부호화 수신 심볼들을 입력으로 하는 상기 0 삽입기 710은 전술한 부호기의 천공기 610에서 사용한 천공위치에 0을 삽입하여 출력한다. 즉, 상기 부호기의 천공기 610에서 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7번째 부호심볼들을 천공하였다면 상기 상기 복호기의 0 삽입기 710은 상기 24개의 부호화 수신심볼들의 앞의 8개의 천공위치에 0을 삽입하여 32개의 부호화 심볼로 만든 후 출력한다.

<94> 상기 출력된 32개의 부호화 심볼들은 역 하다마드 변환기(Inverse Fast Hadamard Transform) 705의 입력으로 인가된다. 상기 32개의 부호화 심볼들을 입력으로 하는 상기 역 하다마드 변환기 705는 상기 입력된 32개의 심볼들을 32개의 길이 32인 모든 일차 리드물러 부호어들과 비교한 신뢰도를 계산한다. 한편,

상기 역 하다마드 변환기 705는 계산되어진 상기 모든 일차 리드플러 부호어들과의 신뢰도들과 상기 부호어들에 대응하는 입력 정보비트들을 출력한다. 상기 신뢰도들과 상기 부호어들에 대응되는 입력 정보비트들은 쌍으로 이루어지며, 상기 쌍은 상기 일차 리드플러 부호어의 개수인 32개로 이루어진다. 한편 상기 32개의 신뢰도들과 상기 입력 정보비트들의 쌍은 비교기 700의 입력으로 인가한다. 상기 32개의 신뢰도들과 상기 입력 정보비트들의 쌍을 입력으로 하는 상기 비교기 700은 상기 입력되는 상기 신뢰도들 중 가장 신뢰도가 높은 것을 선택하고, 상기 선택된 신뢰도에 대응되는 입력정보비트를 복호비트로 출력하게 된다.

<95> 전술한 실시 예에서는 최적의 천공위치로서 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7번째 심볼들을 예로서 제안하고 있다. 하지만, 앞에서도 밝힌 바와 같이 이외에도 최적의 천공위치로 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28QJS째 심볼들을 사용할 수도 있다. 상기 최적의 천공위치로 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28번째 심볼이 사용되면, 상기의 천공위치에 따라 복호기를 나타내는 도 7의 구성들 중 0 삽입기 710의 0 삽입위치가 바뀌게 된다.

<96> 한편, 상기 실시 예에서 나타낸 천공위치는 부호기의 성능을 최적으로 하는 천공위치일 뿐만 아니라, 위치들이 간단한 규칙성을 가지고 있어서 송신기의 부호기 및 수신기의 복호기를 구성하는 하드웨어의 복잡도를 줄일 수 있다.

【발명의 효과】

<97> 상술한 바와 같이 본 발명은 시간분할 듀플렉스 방식의 협대역 부호분할 다중접속 시스템에서 전송 포맷 조합 표시 비트를 최적으로 코딩 및 디코딩함으로써 최적의 최소거리를 얻을 수 있어 오류 정정 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다. 또한, 천공위치를 간단한 규칙성에 의해 결정함으로써 부호화를 위한 구성과 복호화를 위한 구성을 간소화할 수 있는 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

입력되는 입력 정보비트들의 비트 수와 천공할 심볼 수를 결정하는 소정 값이 결정되고, 상기 입력 정보비트들을 일차 리드물러 부호에 의해 부호화한 소정 개수의 심볼들 중 천공할 천공위치들을 결정하는 방법에 있어서,

상기 비트 수를 차수로 하는 벡터들 중 상기 소정 값에 대응하는 개수의 선형독립인 벡터들을 선택하는 과정과,

상기 선택한 선형독립인 벡터들의 조합에 의한 선형조합 벡터들을 구하는 과정과,

상기 구하여진 선형조합 벡터들을 10진수로 변환함으로써 얻어지는 값들을 상기 천공위치들로 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 천공위치들의 개수는 2^t 이며, 여기서 t 는 상기 소정 값을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 천공위치들은 하기 수학식 5에 의해 얻어짐을 특징으로 하는 상기 방법.

【수학식 5】
$$p_i = \sum_{j=0}^{k-1} c_j^i 2^j \quad i=1, \dots, 2^t$$

여기서, k 는 상기 비트 수

t 는 상기 소정 값

【청구항 4】

입력되는 입력 정보비트들의 비트 수와 천공할 심볼 수를 결정하는 소정 값이 결정되고, 상기 입력 정보비트들을 일차 리드플러 부호에 의해 부호화한 소정 개수의 심볼들 중 천공할 천공위치들을 결정하는 방법에 있어서,

상기 비트 수를 차수로 하는 벡터들 중 상기 소정 값에 대응하는 개수의 선형독립인 벡터들을 선택하는 과정과,

상기 선택한 선형독립인 벡터들의 조합에 의한 선형조합 벡터들을 구하는 과정과,

상기 구하여진 선형조합 벡터들과 인버터블 행렬을 각각 곱하여 얻어지는 벡터들을 10진수로 변환함으로써 얻어지는 값들을 상기 천공위치들로 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 5】

제4항에 있어서,

상기 천공위치들의 개수는 2^t 이며, 여기서 t 는 상기 소정 값임을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 6】

제4항에 있어서,

상기 천공위치들은 하기 수학적식 6에 의해 얻어짐을 특징으로 하는 상기 방법.

【수학적식 6】
$$p_i = \sum_{j=0}^{k-1} c_j^i 2^j \quad i=1, \dots, 2^t$$

여기서, k 는 상기 비트 수

t 는 상기 소정 값

【청구항 7】

제4항에 있어서,

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

상기 인버터블 행렬(A)은 임을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 8】

입력되는 입력 정보비트들의 비트 수와 천공할 심볼 수를 결정하는 소정 값이 결정되고, 상기 입력 정보비트들을 부호화하여 전송하는 부호분할다중접속 이동통신시스템의 송신기에 있어서,

상기 입력 정보비트들을 일차 리드물러 부호에 의해 부호화하여 소정 개수의 부호화 심볼들을 출력하는 부호기와,

상기 비트 수를 차수로 하는 벡터들 중 상기 소정 값에 대응하는 개수의 선형독립인 벡터들을 선택하고, 상기 선택한 선형독립인 벡터들의 조합에 의한 구하여지는 선형조합 벡터들을 10진수로 변환함으로서 천공위치들을 결정하고, 상기 부호기로부터의 부호화 심볼들 중 상기 천공위치들의 부호화 심볼들을 천공하여 전송하는 천공기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 9】

제8항에 있어서,

상기 천공위치들의 개수는 2^t 이며, 여기서 t 는 상기 소정 값임을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 10】

제8항에 있어서,

상기 천공위치들은 하기 수학적 식 7에 의해 얻어짐을 특징으로 하는 상기 장치.

【수학적 식 7】
$$p_i = \sum_{j=0}^{k-1} c_j^i 2^j \quad i=1, \dots, 2^t$$

여기서, k 는 상기 비트 수

t 는 상기 소정 값

【청구항 11】

입력되는 입력 정보비트들의 비트 수와 천공할 심볼 수를 결정하는 소정 값이 결정되고, 상기 입력 정보비트들을 부호화하여 전송하는 부호분할다중접속 이동통신시스템의 송신기에 있어서,

상기 입력 정보비트들을 일차 리드물러 부호에 의해 부호화하여 소정 개수의 부호화 심볼들을 출력하는 부호기와,

상기 비트 수를 차수로 하는 벡터들 중 상기 소정 값에 대응하는 개수의 선형독립인 벡터들을 선택하고, 상기 선택한 선형독립인 벡터들의 조합에 의한 구하여진 선형조합 벡터들을 인버터블 행렬과 각각 곱하여 얻어지는 벡터들을 10진수로 변환함으로서 천공위치들을 결정하고, 상기 부호기로부터의 부호화 심볼들 중 상기 천공위치들의 부호화 심볼들을 천공하여 전송하는 천공기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 12】

제11항에 있어서,

상기 천공위치들의 개수는 2^t 이며, 여기서 t 는 상기 소정 값을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 13】

제11항에 있어서,

상기 천공위치들은 하기 수학식 8에 의해 얻어짐을 특징으로 하는 상기 장치.

【수학식 8】
$$p_i = \sum_{j=0}^{k-1} c_j^i 2^j \quad i=1, \dots, 2^t$$

여기서, k 는 상기 비트 수

t는 상기 소정 값

【청구항 14】

제11항에 있어서,

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

상기 인버터블 행렬(A)은
 입을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 15】

입력되는 입력 정보비트들의 비트 수와 천공할 심볼 수를 결정하는 소정 값이 결정되고, 상기 입력 정보비트들을 일차 리드물러 부호에 의해 부호화 및 복호화하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에 있어서,

상기 입력 정보비트들이 상기 일차 리드물러 부호에 의해 부호화된 소정 개수의 부호화 심볼들을 입력으로 하며, 상기 비트 수를 차수로 하는 벡터들 중 상기 소정 값에 대응하는 개수의 선형독립인 벡터들을 선택하고, 상기 선택한 선형독립인 벡터들의 조합에 의한 구하여지는 선형조합 벡터들을 10진수로 변환함으로써 천공위치들을 결정하고, 상기 부호화 심볼들 중 상기 천공위치들의 부호화 심볼들을 천공하여 상기 천공위치 정보와 함께 송신하는 송신기와,

상기 송신기로부터의 상기 천공위치 정보와 상기 천공된 부호화 심볼들을 수신하며, 상기 천공된 부호화 심볼들의 상기 천공위치에 0을 삽입하고, 상기 0이 삽입된 부호화 심볼들을 모든 일차 리드물러 부호어와의 신뢰도를 구한 후 상기 구하여진 신뢰도들 중 가장 높은 신뢰도에 대응하는 부호화 심볼의 입력 정보 비트들을 출력하는 수신기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 16】

제15항에 있어서,

상기 천공위치들의 개수는 2^t 이며, 여기서 t 는 상기 소정 값임을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 17】

제15항에 있어서,

상기 천공위치들은 하기 수학식 9에 의해 얻어짐을 특징으로 하는 상기 장치.

【수학식 9】
$$p_i = \sum_{j=0}^{k-1} c_j^i 2^j \quad i=1, \dots, 2^t$$

여기서, k 는 상기 비트 수

t 는 상기 소정 값

【청구항 18】

입력되는 입력 정보비트들의 비트 수와 천공할 심볼 수를 결정하는 소정 값이 결정되고, 상기 입력 정보비트들을 일차 리드물러 부호에 의해 부호화 및 복호화하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에 있어서,

상기 입력 정보비트들이 상기 일차 리드물러 부호에 의해 부호화된 소정 개수의 부호화 심볼들을 입력으로 하며, 상기 비트 수를 차수로 하는 벡터들 중 상기 소정 값에 대응하는 개수의 선형독립인 벡터들을 선택하고, 상기 선택한 선형독립인 벡터들의 조합에 의한 구하여진 선형조합 벡터들을 인버터블 행렬과 각각 곱하여 얻어지는 벡터들을 10진수로 변환함으로서 천공위치들을 결정하고, 상기 부호화 심볼들 중 상기 천공위치들의 부호화 심볼들을 천공하여 상기 천공위치 정보와 함께 송신하는 송신기와,

상기 송신기로부터의 상기 천공위치 정보와 상기 천공된 부호화 심볼들을 수신하며, 상기 천공된 부호화 심볼들의 상기 천공위치에 0을 삽입하고, 상기 0이 삽입된 부호화 심볼들을 모든 일차 리드물러 부호어와의 신뢰도를 구한 후 상기 구하여진 신뢰도들 중 가장 높은 신뢰도에 대응하는 부호화 심볼의 입력 정보비트들을 출력하는 수신기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 19】

제18항에 있어서,

상기 천공위치들의 개수는 2^t 이며, 여기서 t 는 상기 소정 값임을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 20】

제18항에 있어서,

상기 천공위치들은 하기 수학적 식 10에 의해 얻어짐을 특징으로 하는 상기 장치.

【수학적 식 10】
$$p_i = \sum_{j=0}^{k-1} c_j^i 2^t \quad i=1, \dots, 2^t$$

여기서, k 는 상기 비트 수

t 는 상기 소정 값

【청구항 21】

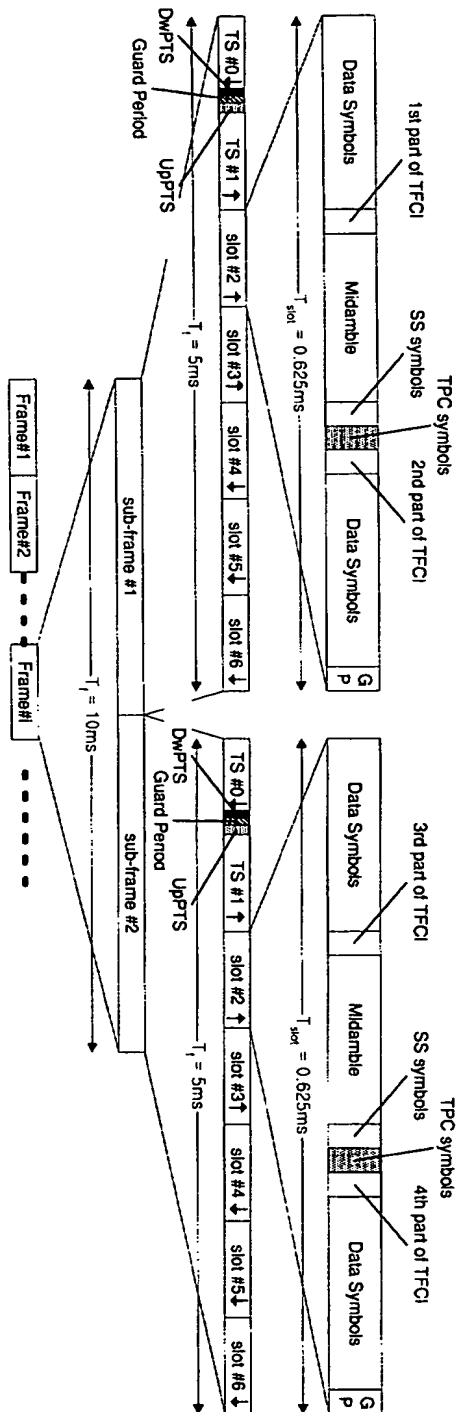
제18항에 있어서,

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

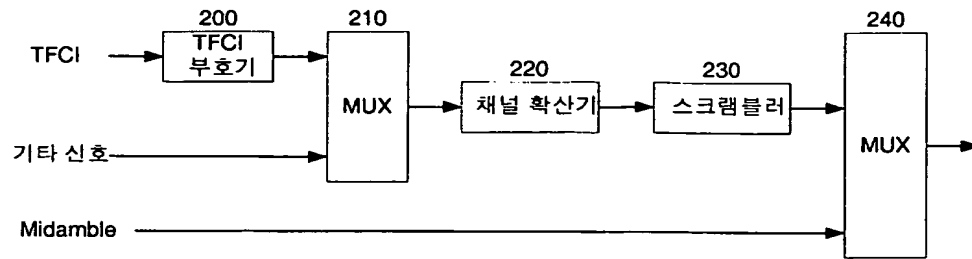
상기 인버터블 행렬(A)은 임을 특징으로 하는 상기 장치.

【도면】

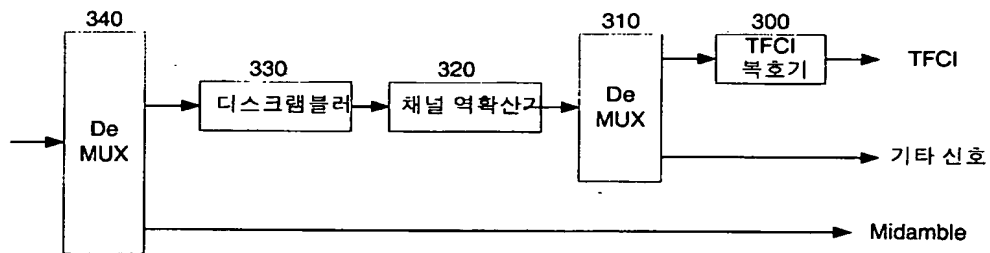
【도 1】



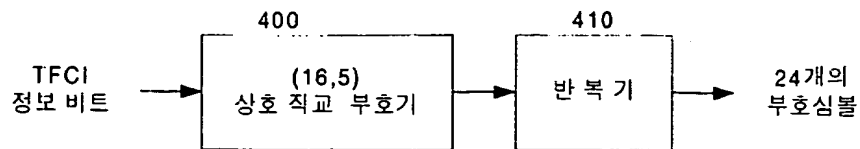
【도 2】



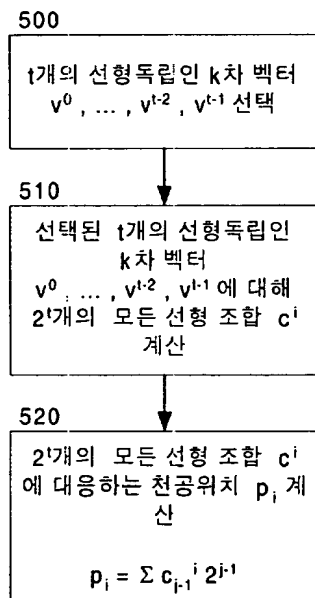
【도 3】



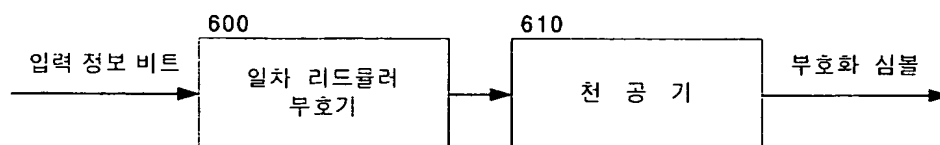
【도 4】



【도 5】



【도 6】



【도 7】

